

【物件名】

提出刊行物3

【添付書類】

8  244

【提出刊行物3】

【裏面有】



◎ 日本国特許庁 (J P)

◎ 特許出願公開

◎ 公開特許公報 (A)

昭61-217174

◎ Int. Cl.<sup>4</sup>  
A 61 N 1/36

識別記号 庁内整理番号  
6482-4C

◎ 公開 昭和61年(1986)9月26日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

◎ 発明の名称 機能的電気刺激による生体機能再建方式

◎ 特 願 昭60-57977

◎ 出 願 昭60(1985)3月22日

特許法第30条第1項適用 昭和59年11月9日 バイオメカニズム学会、計測自動制御学会中部支部主催の「第5回バイオメカニズム学術講演会」において発表

- ◎ 発 明 者 半 田 康 延 松本市横ヶ崎3丁目7番4号
- ◎ 発 明 者 半 田 勉 松本市庄内1-2-6
- ◎ 発 明 者 品 官 望 札幌市中央区宮の森3条10-5-3
- ◎ 出 願 人 新技術開発事業団 東京都千代田区永田町2丁目5番2号
- ◎ 代 理 人 弁理士 阿部 龍吉

明 細 書

1. 発明の名称

機能的電気刺激による生体機能再建方式

2. 特許請求の範囲

(1) 音声処理装置や各種のセンサーを有し制御信号を入力する入力手段と神経や筋に刺激を与える刺激側の電極を有し該電極に刺激パルス列を印加する刺激手段と入力手段から制御信号を入力して刺激パルス列を刺激手段に出力する演算処理制御装置とを備え、制御信号に応じて所定の電極に刺激パルス列を印加する機能的電気刺激による生体機能再建方式であって、演算処理制御装置は、動作毎に該動作に必要な神経や筋に与える刺激パターンを規定した刺激データを有し、制御信号を認識し該制御信号の内容に従って刺激データを提供して刺激パルス列を生成するように構成したことを特徴とする機能的電気刺激による生体機能再建方式。

(2) 刺激データは、制御信号の種をアドレスと

して各刺激パターン毎に刺激強度が読み出されることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の機能的電気刺激による生体機能再建方式。

(3) 演算処理制御装置は、動作実行命令の制御信号を認識すると刺激データの選択を行い、動作実行命令の制御信号を認識すると比例制御信号の読み出し開始、一時保持、読み出し再開、読み出し停止などを行い、比例制御の制御信号を認識すると当該制御信号の種をアドレスとして刺激データの読み出しを行うことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の機能的電気刺激による生体機能再建方式。

3. 発明の具体的な説明

【産業上の利用分野】

本発明は、脳や脊髄の外傷、血管障害、その他の疾患による中枢性運動ニューロン障害によって生じた運動麻痺に対し、当該麻痺筋あるいはそれを支配する神経を電気刺激し、必要な運動機能を再建する機能的電気刺激による生体機能再建装置に関するものである。



【裏面有】



特開昭61-217174 (3)

や筋に与えるものである。開発用コンピュータ4は、必要な動作のための刺激データを作成し、例えばROMライタ5を介してROMに書き込む役割をもつ。各動作の刺激データを書き込まれたROMは、本発明に係るFESコンピュータ・システム2の記憶部に差し込まれる。

信号処理装置1を通して入力された各種の制御信号は、必要動作の選択や実行命令として用いられるとともに、制御信号量の変化に応じて動作を連続的に行わせる比例制御信号として用いられる。例えば上肢では、手の何種類かの把持動作のうち目的に適った動作を選択する場合の音声入力による制御信号を動作選択命令とし、さらにその動作の開始、保持、再開、中断あるいは変更などを命令する場合の音声入力による制御信号を実行命令とし、腕の関節、後肢の角度の大きさに比例して入力される制御信号を比例制御信号として用いる。比例制御信号は、手の把持に關する筋に分布する神経や筋への刺激強度を、腕の関節、後肢の角度の大きさに比例して変え手の把持動作やその把

持強度が順次呼び出され、電極に印加されることにより目的とする動作が実行される。例えば第2図において比例制御信号によるアドレスがAの場合には刺激強度1、1、1、1が読み出され、また、比例制御信号が変化してそのアドレスがA'になると刺激強度1、1、1、1が読み出されて、この刺激強度の刺激パルス列が生成されてそれぞれの電極に印加される。この場合、刺激強度とは、刺激パルス（電流あるいは電圧）の振幅、パルス幅又は周波数のことをいう。

第3図は本発明に係るFESコンピュータ・システムのハードウェア構成の1実施例を示す図、第4図は本発明に係るFESコンピュータ・システムの機能ブロック構成の1実施例を示す図である。図中、11はキーボード、12-1ないし12-mと23はA/D（アナログ/デジタル）コンバータ、13は記憶部、14は中央処理装置、15-1ないし15-nと35はD/A（デジタル/アナログ）コンバータ、16-1ないし16-nと36はマイクプロセッサ、21はシステム初期化、22は読取プログラム、

24は入力チャンネル・フラグ制御、25と34はフラグ、26は入力データ変換処理、27はデータファイルの選択セット、28はデータファイル、29はデータの読み出し、30はポート制御、31はFESプログラム、32は出力データ変換処理、33は出力チャンネル・フラグ制御を示す。

第2図に示す例は、手の把持動作のうちコップをつかむ動作の刺激データの例であり、横軸はメモリのアドレス、縦軸は刺激強度を示し、縦向ないし向は手を動かす手内筋と手外筋に分布する神経を刺激する8チャンネル分の刺激パターンを示している。この刺激パターンは、電気刺激に対する神経、筋の閾値や最大刺激強度を測定し、且つ電気刺激による面々の筋の動きおよび組み合わせ刺激による手の協調動作を予め調べて作成されるもので、0ないし1バイト（図示の例では272バイト）のアドレスを比例制御信号（A/D入力値）で順次指定する。その結果、そのアドレスに対応する各チャンネルのFESの刺

24は入力チャンネル・フラグ制御、25と34はフラグ、26は入力データ変換処理、27はデータファイルの選択セット、28はデータファイル、29はデータの読み出し、30はポート制御、31はFESプログラム、32は出力データ変換処理、33は出力チャンネル・フラグ制御を示す。

第3図において、記憶部13は、各種のプログラムを格納する領域13-1、データ操作その他の作業領域13-2、第2図に示すような各動作毎の刺激データを格納する領域13-3、13-4を有する。中央処理装置14は、キーボード11やA/Dコンバータ12-1ないし12-mなどの入力部と接続され、記憶部13に格納されたプログラムを実行するマイクロコンピュータであって、入力部から送られてきた制御信号を参照して記憶部13に格納された刺激データを選択セットし、比例制御信号に基づいてその刺激データを読み出して刺激パルス列を作成し出力する。この刺激パルス列は、D/Aコンバータ15-1ないし15-n、アンプ16-1ないし16-nを通して電極に印加される。アイソ

## 特開昭61-217174 (4)

レータ16-1ないし16-nは、コンデンサ或いはトランスなどからなり、電源からの漏れ電流が電極を介して生体に印加されるのを防ぐとともに、刺激電極或いは電圧から直流成分を除去し、生体組織と電極界面における電気化学的変化を最小に抑えるようにするものである。従って、このアイソレータ16-1ないし16-nは、刺激の安全性と信頼性を保証する上では必要不可欠なものである。また、中央処理装置14は、内蔵したパラレルI/Oを介して開発用コンピュータ或いは他の制御用コンピュータと交差し得る機能を備えるようにすることによって、システムのデバッグも容易に行えるようにすることができるとともに、制御用コンピュータの端末装置としての利用も可能である。このようにすると、手足その他四肢の制御を行う場合には、制御用コンピュータの下に適合して動かせることができる。

本発明に係るFESコンピュータ・システムは、第4図にその1例を示すように基本的にシステム全体を制御する制御プログラム22と、制御信号

り、入力チャンネル・フラッグ制御24及び出力チャンネル・フラッグ制御33は、動作選択命令中実行命令に基づき該プログラム22の制御の下でフラッグ25、34の制御を制御するものである。また、入力データ変換処理26は、A/Dコンバータ25を逐して入力された制御信号をプログラムの読み取れる信号に変換処理するものであり、出力データ変換処理32は、刺激データから読み出されたデータをD/Aコンバータ35、アイソレータ36を通して電極に印加する刺激パルス列に変換処理するものである。データファイル28は、第2図に示すような動作毎の刺激データを格納したファイルであり、データファイルの選択セット27は、動作選択命令に基づき該プログラム22の制御の下でデータファイル28から所望の刺激データを選択しワークエリアにセットするものである。データ読み出し29は、比例制御信号や命令（動作の途中でその状態を保持するような命令）に基づきワークエリアにセットされた刺激データを所定のアドレスに従って読み出すものである。オート制御30は、本

に基づいて刺激パルスを生じさせるFESプログラム31とを有する。このうち読取プログラム22は、システムの初期化21、キーボードや音声認識装置及びA/Dコンバータなどを介して入力データ変換処理26から読み込んだ生体からの制御信号の認識、振り分け、入力チャンネル・フラッグ制御24、データファイルの選択セット27、出力チャンネル・フラッグ制御33の制御を行うとともに、FESプログラム31との相互制御などを行うものであり、制御信号を認識してデータファイル28の中から動作選択命令に基づいて刺激データを選択セットしたり、フラッグ25、34を閉鎖制御したりする。これに対して、FESプログラム31は、オート制御30、データ読み出し29、出力データ変換処理32の制御を行い、選択セットされた刺激データの比例制御信号に基づく読み出し処理、読み出した刺激データを基に刺激パルス列を生成しD/Aコンバータへ出力する処理を行うものである。それぞれフラッグ25、34は、その閉鎖によって比例制御信号及び刺激パルス列の入出力を制御するものであ

発明に係るFESプログラム31に付随的な機能の一つであり、この機能の真行により記憶例の刺激データのアドレスを自動的に繰り返し指定してデータを読み出し、中枢性の運動麻痺の電気刺激治療装置として利用するものである。

以上に説明した本発明に係る補助的電気刺激による生体組織再建方式を適用した具体的な症例、中枢性運動神経麻痺による上肢、下肢、顔面、呼吸器、膀胱などの運動麻痺のうち、脊髄損傷による四肢麻痺患者の麻痺手を制御する場合について以下に説明する。

その例として、右が第4頸髄(C4)、左が第5頸髄(C5)のレベルで損傷し、四肢麻痺に陥った患者に対するFESの適用について述べる。右上肢では、第3頸髄、第8頸髄に属するα-運動ニューロンが完全に障害されている。そのため、肘を屈曲させる上腕二頭筋、上腕筋及び肘とう青筋への神経が酸性に陥り、筋自身も変性しているため電気刺激に全く反応しない。また、左上肢では、第5頸髄のレベルにα-運動ニューロンの障

【裏面有】



特開昭61-217174(5)

害があるものの不完全な障害であるため、BFO (Balanced Forearm Orthosis) の補助のもと、随意的に肘関節の屈伸運動が可能である。しかし、手関節を伸展させる場合及び尺側手根伸筋は、それを支配する脊髄運動ニューロンの障害によって随時的には無神経のこ、電気刺激によっても反応しない。ところが、左右手指を動かす筋は反応しておらず、それらに分布する神経を刺激することによって収縮させることができる。そこで、手関節を伸展20°に手術的に固定して把持動作する際にも有用な補助的装置とし、手指を動かす筋に分布する神経にFESを与えて把持動作を再建させることとした。

そこでまず最初に、刺激パルスを送るための電極(テフロン被覆ステンレス電極)を種々の当接神経近傍に埋め込んだ。図に、手指を動かす把持動作を遂行させる筋には、浅指屈筋、長掌筋、深指屈筋、指伸筋、小指伸筋、長母指外転筋、短指伸筋、長母指伸筋、示指伸筋、掌側骨間筋、背側骨間筋、虫律筋、短母指外転筋、短母

指屈筋、母指内転筋、母指対立筋、小指外転筋、短小指屈筋、小指対立筋などがある。また、これらの筋を支配する神経には、正中神経、尺骨神経、とう骨神経があり、各筋に筋枝として分岐して分布している。究極的には、これら全ての筋に正常時と同様の動きを惹起させるようにこれらの筋に分布する全ての神経に刺激パルス列を与えればよい。しかしここでは、代表的なコップを握る動作(cylindrical grasp動作)、母指指腹と示指指腹の間に物を挟む動作(key grip動作)、及びトランプを持つ動作(parallel extension grip動作)を遂行させるため、指伸筋に分布するとう骨神経指伸筋枝、長母指屈筋に分布する正中神経長母指屈筋枝、浅指屈筋への正中神経浅指屈筋枝、母指対立筋への正中神経母指対立筋枝及び母指内転筋や第1背側骨間筋に分布する尺骨神経の筋枝に電極を埋め込んだ。

制御信号としては、音声信号と頸の肩関節運動の角度信号を用いるものとし、前者で刺激データファイルの選択・実行命令を与え、後者で手

の開閉動作の比例制御を行わせるために「コップ」(cylindrical grasp)、「カギ」(key grip)、「トランプ」(parallel extension grip)などの音声信号を動作選択命令として、「スタート」、「ストップ」、「ヤメ」、「ヘンコウ」などの音声信号を実行命令として予め登録した。これらの入力装置としては、周知の市販された音声入力装置、角度センサーを用いればよい。これらの入力装置は、第3図ではその他の制御信号入力端子やA/Dコンバータ12-1ないし12-mに接続され、第4図ではA/Dコンバータ23の入力側に接続される。そして、第3図に示す記憶部13の領域13-3、13-4(第4図ではデータファイル28)には、上記3種類の把持動作のための刺激データがそれぞれ格納される。刺激強度のデータは、刺激パルス電圧の振幅に変換され、また、刺激パルスのパルス幅は0.2msec、刺激パルスの間隔は20Hzに設定される。また各音声信号は、予め所定の音声の大きさにより登録される。

次に動作を説明する。

① まずはじめにコップを握る動作を選択するために、「コップ」を音声で入力すると、その音声入力信号による制御信号はA/Dコンバータ23、フラグ25、入力データ変換処理26を通して、制御プログラム22に読み込まれる。制御プログラム22は、制御信号が予め登録された動作選択命令の「コップ」であることを認識すると、データファイルの選択セット27を制御してデータファイル28から「コップ」に対応する刺激データを選択しワークエリアにセットする。この際制御プログラム22は、出力チャンネル・フラグ制御33を介してフラグ34をオフにし不要な出力が生じないようにする。そして、次に実行信号が入力されるのを待つ。

② 次に、「スタート」を音声で入力すると、その音声入力信号による制御信号も同様にA/Dコンバータ23、フラグ25、入力データ変換処理26を通して、制御プログラム22に読み込まれる。制御プログラム22は、制御信号が予め登録された実行命令の「スタート」であることを

認識すると、FBSプログラム31を動作させるとともに入力チャンネル・フラッグ制御24を制御して比例制御信号のチャンネルのフラッグをオンにし、出力チャンネル・フラッグ制御33を制御して選択された動作に対応するチャンネルのフラッグ34をオンにする。

④ FBSプログラム31は、比例制御信号のチャンネルのフラッグがオンになったことにより、比例制御信号を読み込む。

⑤ FBSプログラム31は、比例制御信号による読み出しアドレスに従って制御データを読み出し、出力データ変換処理32、フラッグ34、D/Aコンバータ35、アインロータ38を通して制御パルス列を出力する。例えば関節の傾斜の角度センサーからの角度信号により制御データのアドレスを指定するようにした場合には、関節の傾斜に伴ってその角度信号に基づくアドレス値を小さくすることにより手を開いてコップを手中に納めるようにし、次いで顔を斜めに傾かせたときはその角度信号に基づくアドレス値を斜

以上に説明したように制御プログラム22は、常に入力データ変換処理26を通して制御信号を読み込んで認識処理を行っている。従って、上記のほか、「ヤメ」を音声で入力すると、制御プログラム22は、入力チャンネル・フラッグ制御24を制御して比例制御信号のチャンネルのフラッグをオフにし、出力チャンネル・フラッグ制御33を制御して選択された動作に対応するチャンネルのフラッグ34をオフにして認識状態を停止させる。また、「ヘンロウ」を音声で入力すると、制御プログラム22は、それまでの動作を保持して次の動作選択命令を持つ、動作選択命令による動作の変更（制御データの変更）モードになる。

他方、FBSプログラム31は、入力データ変換処理26を通して比例制御信号を読み込んでその信号の値を基にしたアドレスにより制御データを読み出し制御パルス列を生成する制御を行っており、アドレスを指定する比例制御信号は複数でもよい。この場合、各比例制御信号によって制御されるチャンネルを予めFBSプログラム31の入力処理線

#### 特開昭61-217174 (B)

に大きくすることによってコップが把持されるような制御強度のデータが読み出されるようにすればよい。

⑥ 適度の把持力が得られた時点で「ヨシ」を音声で入力すると、その音声入力信号による制御信号も同様にA/Dコンバータ23、フラッグ25、入力データ変換処理26を通して、制御プログラム22に読み込まれる。制御プログラム22により制御信号が予め登録された実行命令の「ヨシ」であることを認識すると、その角度信号でのアドレスを指定したままとする。この保持状態により関節の位置とは無関係にコップの把持状態を維持することができ、次の水飲み動作などもし易くなる。

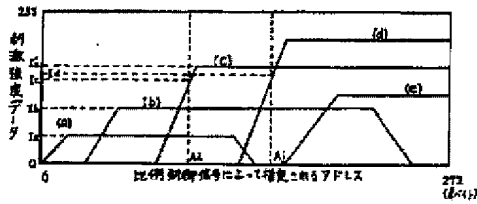
⑦ 保持状態を解除する場合には、再び「スタート」を音声で入力すると、比例制御信号が保持直前の角度に一致したことを条件に再び上記の以降の動作に戻る。従って、関節の角度によりさらに強い把持力や把持状態の解除を行うことができる。

作によって指定することにより、独立した複数の動作が実行されるようにしてもよい。その例としては、手による把持動作と肘関節、肩関節による上肢の移動動作や左右両脚四肢の動作の同時制御などがあげられる。すなわち、記憶部に記憶させる制御データの内容によって、上肢、下肢、頸部などあらゆる中枢性に運動麻痺した部位を、逐一独立して或いは協調的に制御することが可能である。この場合において、制御する部位が増えることに対しては、A/Dコンバータ及びD/Aコンバータの数を増やし、記憶容量を大きくすればよい。さらにまた、制御用コンピュータの増設として拡張することによってさらに機能を拡張することも可能である。従って、本発明の基本的設計には何らの変更も必要でない。また、制御データを格納する記憶部は、取り外しが容易なROMを使うことにより、目的に応じて変更することができる。また、磁気カードに記憶させてもよい。この際、磁気カードへのデータの書き込みは、閉閉用コンピュータによって行えばよい。このように本

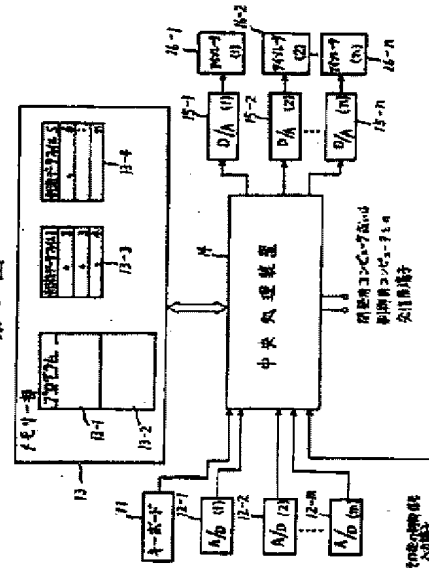


特開昭61-217174 (B)

第2図



第3図



第4図

